

ПРИНЦИПИ НА ПРОЦЕНКА НА МУЛТИ РИЗИЦИ

Елениор Николов, Орце Поповски, Росе Смилески, Драге Петрески

Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип

Воена академија „Генерал Михаило Апостолски“ во Скопје – придружна членка

АПСТРАКТ

Повеќе ризици имаат свое влијание врз животната средина, врз јавните и приватните имоти, врз стратешките и скапите инфраструктури во било кое населено место на нашата планета. Тие се генерирани од различни извори, природни и антропогени, кои имаат различна релевантност зависно од синергијата помеѓу генерираните настани и посебната интеракција со регионот каде што се случуваат.

Проценката на ризиците кои потекнуваат од различни извори, генерално се остварува преку независни анализи, усвојување на различни процедури и периодични решенија. Во повеќето случаи, само квалитативни проценки на нивото на ризик се достапни.

Во пракса, тоа значи дека потенцијалниот индекс на „мулти-ризик“ може да биде поголем од едноставна агрегација на индексите на поединечен ризик пресметани зависно од секој извор, независен од другите.

Заедничка анализа и квантификација на сите антропогени и природни ризици кои можат да влијаат на територијата (пристап на мулти-ризик) е основен фактор за развој на одржлива животна средина и планирање на корисно земјиште, како и надлежен за итни случаи за управување пред и за време на катастрофалните настани.

Во овој труд, се предлагаат нови квантитативни постапки за проценка на мулти ризиците што ја прави полесна споредбата помеѓу различни опасности (хазарди) и проценетите можни предизвикани ефекти.

Клучни зборови: ризик, мулти ризици, проценка, опасност (хазард), земјотрес, поплава, индустриска опасност, управување со ризици.

PRINCIPLES OF MULTI-RISK ASSESSMENT

Elenior Nikolov, Orce Popovski, Rose Smileski, Drage Petreski

University „Goce Delchev“ Stip

Military academy „General Mihailo Apostolski“ in Skopje, associated member

Several risks impend on the environment, on public and private properties, on strategic and priceless infrastructures in any inhabited area of our planet. They are generated by different sources, both natural and anthropogenic, and have different relevance depending on the synergy between the generated events and on the peculiar interaction with the region where they break out.

The evaluation of risks related to different sources is generally done through independent analyses, adopting disparate procedures and time-space resolutions. In most of cases, only qualitative estimates of the risk level are available.

In practice, this means that a potential ‘multi-risk’ index could be higher than the simple aggregation of single risk indexes calculated considering each source as independent from the others.

A joint analysis and quantification of all the anthropogenic and natural risks which can affect a territory (multi-risk approach) is a basic factor for the development of a sustainable environment and land use planning as well as for a competent emergency management before and during catastrophic events.

In this article, is proposed a new quantitative procedure for multi-risk assessment that makes easier the comparison among different threats and accounts for possible triggering effects.

Key words: Risk, Multi-risk, Assessment, Hazard, Earthquakes, Floods, Industrial hazard, Risk management

1. Вовед

Заедничка анализа и квантификација на сите антропогени и природни ризици кои можат да влијаат на територијата (пристап на мулти-ризик) е основен фактор за развој на одржлива животна средина и планирање на корисно земјиште, како и надлежен за итни случаи за управување со ризици, пред и за време на катастрофалните настани (Durham, 2003). Проценка на мулти-ризиците е релативно ново поле, до сега развиено само делумно од страна на експерти од различни области (инженеринг, статистика, сеизмологија, токсикологија и сл.) Меѓу неколку работи од ова поле цитирана е студијата UNDRO (1977), извештајот KATANOS (1995), Granger et al. (1999), Van Westen et al. (2002), Ferrier и Haque (2003), Grunthal et al. (2006), Blong (2003). Меѓутоа проблемот на интеракција помеѓу различни закани не е решен целосно, дури и во овие случаи.

Повеќе тешкотии постојат во постигнување на целта за квантификација на ризикот, а на тој начин на мулти-ризикот. Првата е дека научници од различни дисциплини не користат заедничка терминологија. Во некои случаи научниците кои се занимаваат со различни видови на ризици по животната средина користат различни дефиниции дури и за истиот термин. Други тешкотии најчесто се должат на различни практики (квалитативни и квантитативни) и просторни и временски решенија кои го прават тешко споредувањето помеѓу различни ризици.

Во овој труд, се предлагаат нови квантитативни постапки за мулти-проценка на ризикот што ја прави полесна споредбата помеѓу различните закани и пресметки на можни предизвикани ефекти.

Истотака, дадено е, кратко појаснување на користена терминологија и хомогенизација на концепти користени од страна на научници и практичари од различни области на ризици. Овој труд нема за цел да обезбеди "решение" на недостаток на хомогеност во терминологијата, туку само на тоа да биде корисна референца за да се појасни значењето на термините кои се користат тука.

На крајот на *првиот дел*, даден се принципите и начелата кои стојат зад постапката за проценка на мулти-ризикот. Во *вториот дел*, е предвиден краток опис на повеќето напредни процедури генерално прифатени за да се процени индивидуално природни и антропогени ризици кои претставуваат главни закани за јужна Европа.

Мулти-ризикот е проблем поделен во две одделни фази: *во првата фаза*, цела низа на ризици е хомогенизирана за да се олесни нивната споредба и нивно степенување, а во втората фаза, се истражуваат во детали можни „активирани“ ефекти, покажувајќи како тие може да го зголемат значително ризикот во одреден дел.

2. Дефиниции и терминологија

Различна терминологија и дефиниции на исти термини се користат во практиката при проценка на ризикот за оценување на природни и антропогени ризици. Во оваа студија е дефинирано значењето на секој термин за да се направи полесна споредбата со употребата и во други дисциплини. Дефинициите кои се усвоени се следните:

Извор на ризикот или опасноста: нешто што потенцијално може да генерира негативни настани и следствено, создава штета врз населението и/или животната средина.

Несакан (негативен) настан: нешто што е произведено од извор на ризик во одредена област која може да генерира појави со потенцијално несакани последици.

Синергетски (негативен) настан: серија-паралелна низа на несакани настани генерирани од различни извори. На пример, земјотрес и свлечишта генерирани од него.

Настан (во Bayesian дрво на настани): специфична ситуација на еволуцијата на опасност идентификувана како гранка на дрво и се карактеризира со условна веројатност.

Феномен (појава): една од формите (повеќето се можни) под која негативни дејства предизвикуваат штета. Тоа обично се мери со параметар на интензитет или јачина.

Интензитет: мерка на субјектот со која феноменот може да се манифестира или да предизвика оштетување.

Индекс за опасност (или веројатност за опасност): веројатност дека одредени негативни дејства генерираат појава со даден интензитет која ќе се случи во дадена област во даден временски интервал. Како резултат на тоа, индексот за опасност се оценува, водејќи сметка за карактеристиките на изворот на ризик, на одредената локација и на физичкиот процес на интензитет на дифузија од локацијата на изворот на ризикот до областа која се истражува (види термин **изложеност**).

Вредност (на ризик): Се мери вкупната потенцијална загуба поради негативен настан во дадена област. Може да се изрази во човечки жртви, или во економски или конвенционални термини (бидејќи е тешко парично да се изразат загубите во едно општество или на животната средина). Понекогаш е изразена како процент од вкупната вредност на областа.

Ранливост: тоа е дел од вкупната вредност на ризик што може да биде загубен од специфичен негативен настан.

Штета: синтеза на различни негативни последици предизвикани од неповолните настани и поврзани со нив феномени. Вредност на штетата може да се добие со множење на вредноста на ризик и ранливоста.

Експозиција (изложеност): начинот на кој ранливиот рецептор за оштетување доаѓа во контакт со феноменот генериран од еден изворот на ризик. Квантификацијата на изложеност е вклучена во индексот за опасност и пресметката на ранливоста.

Сценарио: презентација (често само квалитативна) на еден или повеќе поврзани негативни настани предизвикуваат и/или се предизвикани од заканувачки феномен. Неколку сценарија може да се идентификуваат за секој негативен настан. Квантитативна проценка на секој од нив може да се постигне со користење на Bayesian методи.

Ризик: не нормализирана веројатност на негативни последици (за одреден тип и степен на оштетување) кои можат да се случат во одреден временски период од специфични негативни настани. Различни математички дефиниции се применуваат во зависност од ситуацијата. За животната средина и природните проблеми, фактори на ризик може да бидат погодено дефинирани како функција на веројатност дека некој настан ќе се случи и обемот на штетата предизвикана врз човекот, животната средина и објектите. Оваа дефиниција може да биде изразена со следното равенство:

$$\text{Ризик} = (\text{веројатност}) \times (\text{добиеениот степен на оштетување}) \quad (1)$$

Следниот израз генерално е искористен за мерење на ризиците како резултат од природни непогоди и несреќи:

$$\text{Ризик} = (\text{индекс за опасност}) \times (\text{ранливоста}) \times (\text{вредност на ризик}) \quad (2)$$

која е еднаква на првиот израз кога се користат погоре дадени дефиниции. Оваа дефиниција во основа се совпаѓа со онаа што е предвидена од страна на Европската заедница (EN 1050, 1996) што укажува на ризици поврзани со одреден извор (или опасност) како функција на големината на потенцијална штета што може да резултира од предвидената опасност и од можноста дека тоа ќе се случи (исто така функција од фреквенцијата и траењето на изложеноста, од веројатноста дека настанот ќе се случи и од можноста да се избегне или ограничи оштетувањето).

Ризикот се проценува со невообичаена веројатност поради тоа што има пониска граница (што е нула кога значително постои можност за негативен настан кој се случил или кога степенот на направената штета е практично нула), и не е неопходна горна граница. Присуството на горната граница (што е еднакво на еден) е можно само ако како резултат од степенот на оштетување во равенка 1, или вредноста на ризик во равенката 2, е предвидена како процент од вкупната вредност на регионот. Практичен пример на дадената терминологија се прикажани во Табела 1.

Табела 1. Некои примери на извори на ризик, негативни/несакани дејства и сродните феномени.

Извор на ризик	Негативен/несакан настан	Феномен	Единица мерка за Интензитет на феноменот
Дисконуитет	Ослободена енергија	Осцилации на подлогата (земјата)	m/s ²
Индустриски постројки	Ослободување на токсични материи Пожари Експлозии	Токсичен облак/контаминација Термички или стационаерн проток Ударен бран	mg/m ³ kW/m ² Pa
Вулкан	Пирокластичен проток Пад на пепел	Токсичен облак Ударен бран ... Статичен вертикален товар	mg/m ³ Pa Pa
Нестабилни падини	Движење на тврда маса	Притисок	
Проточна вода (река)	Поплава	Висина на нивото на водата од нормалата Излевање на водата	m m/s ²

Вреди да се забележи дека различни негативни настани може да се поврзани со одреден извор на ризик и дека различни феномени може да се генерирани од еден ист негативен настан.

Треба да се има во предвид дека воведувањето на концепт на анализа на веројатност на ризик е корисна од повеќе причини, како што се следните:

1. Се овозможува непосредна градација на ризиците по животната средина и може дури и да се олесни споредбата и управувањето со настани од различен карактер (вклучувајќи и терористички напади).
2. Може да се користи како алатка за поддршка во текот на фазата за донесување одлуки и, особено, за изведување на анализите на односот цена/придобивка на стратегиите за управување.
3. Ја овозможува дефиницијата на основниот концепт на општествено "прифатлив ризик", односно нивото на ризик кое заедницата е подготвена да го прифати. Тоа воспоставува цел која упатува и за користење на планирање на земјиштето како и за избор на акции за намалување на ризикот врз основа на анализи на цена/придобивка.

3. Постапка за проценка на мулти-ризик

Целта на анализите за мулти-ризик е основа за воспоставување на степенување на различни видови на ризик, земајќи ги во предвид можните ефекти на каскада, односно ситуации за кои негативен настан предизвикува еден или повеќе последователни настани (*синергетски настан*). Постапката за проценка на ризиците по животната средина, која го вклучува ризикот од мулти-опасности синергетски е илустрирано во овој став со идентификување на главните чекори кои треба да се следат за да се процени индексот на мулти-ризик.

Главни чекори се оние, кои обично се користат за да се изврши проценка на ризикот по животната средина со некои карактеристични разлики, се:

1. проценката на мулти- индексот на ризикот да ги земе во предвид можните каскади и/или поттикнуватите поврзани негативни настани.
2. Заеднички мора да се користи временска рамка и областа изложена на закана.
3. Првенствено се очекува да бидат „а priori“ дефинирани штетите.

Општата постапка за оценување на мулти-опасностите се прикажани во шемата, наведена подолу. Посебен аспект на оваа постапка е создавање на еден сет на сценарија во корелација на негативни настани од различни извори. Секое „сценарио на ризик“, негативни настани, појави и штети ќе бидат во корелација во сериско-паралелни секвенци на настани преку „логичкото дрво на настани“. Секоја гранка на дрвото на

настани ќе биде измерена со анализи за веројатност на „историјата“ на настаните, ранливоста и изложените вредности на определени цели. На крај, се проценува конечниот ризик.

Постапката е сумирана во Табела 2.

Кратко објаснување на секој чекор е дадено по следниот редослед:

- **Идентификација на ризици/извори на ризик.** Секоја природна и антропогена опасност мора да биде идентификувана. Можни активирања на различни негативни настани мора да се земат во предвид (пристап за мулти-опасности). Секоја опасност, поврзани со негативни настани, и феномени мора да бидат идентификувани. Откако базата на податоци на опасности, негативни настани и појави е на располагање, збир на сценарија мора да бидат дефинирани со идентификување на можниот ланец на поврзани настани. Дрвото на настани е алатка која може да се користи во овој чекор со цел да го имитираат можниот ланец на настани. Тоа им овозможува едноставна проценка на веројатност на даден ланец на настани, па се до претпоставката за квантитативната евалуација на ризикот.
- **Анализа на изложеност и ранливост**
Комплетната анализа на ранливост мора да почне со внимателна идентификација на средствата под закана.

Тие воглавно вклучуваат:

- а) структури изградени од човекот, инфраструктура и објекти;
- б) културно наследство;
- в) животните и луѓето;
- г) земјоделски и шумски подрачја;
- д) екосистеми.

Табела 2. Процедура за анализа на мулти ризик

1. Идентификација на опасности / извори на ризик

1а. Идентификација на изворите на ризик (природата и локацијата).

1б. Карактеризација на негативни настани и нивниот пат на ширење.

1в. Дефиниција на можни сценарија на поединечни и мулти-опасности почнувајќи со дадениот главен настан и оценување на можните активирања на други настани.

2. Анализа на изложеност и ранливост

2а. Дефиниција на изложеност.

2б. Феномен на интензитет на дистрибуција (на пример, земјеното забрзување, брановите на притисок, дистрибуција на концентрацијата на хемиска супстанција за различни области, термички проток, итн.)

2в. Идентификација на ранливите елементи (населението изложено на ризик, стратешки инфраструктури, историски структури, згради).

3. Проценка на ризикот

3а. Дефиниција на типот на штета (на пр. поправлива/непоправлива штета на луѓето, убиственост, поправлива/непоправлива штета на животната средина, штети на структурите, инфраструктурите, економски штети, итн.)

3б. Проценка на субјектот на штета.

3с. Веројатна проценка на ризик од секој несакан настан и мулти-ризик.

3г. Споредба на вредноста на мулти-ризикот и „прифатливиот ризик“.

Евалуацијата на ранливоста на првите три категории генерално е направена преку пресметување на функциите за ранливост што овозможуваат да се процени дистрибуцијата на очекуваните штети во секоја типологија на згради за секоја очекувана појава. Функциите на ранливост треба да се проценат и за еден

негативен настан и за каскади на несакани настани. На пример, во случај на сеизмичка појава тие треба да се пресметуваат за еден негативен настан на одреден интензитет и/или за низа негативни настани. За комбинација на сеизмички и вулкански негативни настани треба да се земат во предвид последиците од ефективните земјени забрзувања на структурите изложени под вертикално оптоварување па се до акумулирањето на пепел, итн

Луѓето, животните и екосистемите имаат ранливост поради директен контакт со феноменот или појавата (изложеност на токсични супстанции, директен контакт со поплава или бран на цунами) и ранливост поради влијанието на оштетените објекти (рушењето на делови или цели згради, дефект на мостови, индустриски компоненти, итн.)

Комплетната евалуација за ранливост на населението бара познавање на процентот на вкупниот број на жители кои живеат во зградите со различна ранливост, во индустриите, кои работат во опасна ситуација и распределба на времето во текот на денот. Статистички модели на движење на луѓе во текот на секој ден од неделата и во различни сезони се начин да се добијат реални информации за ранливоста на населението. Секоја дополнителна информација (распределба на возраста, процентот на ранливото население, итн) ја зголемува реалноста на моделот.

– Проценка на ризикот

За споредба на мулти-ризиците, корисна е идентификацијата на заедничката референтна штета за сите поединечни ризици, како на пример ризикот од голем број на жртви. Всушност еднаш се одредува видот и интензитетот на референтната штета, и различните ризици може да се рангираат врз основа на нивната веројатност во споредба со референтната штета. Ова може да го надмине проблемот за доделување парична вредност на човечкиот живот. Ова е потребно ако сакаме да ги споредуваме ризиците за оштетување на објекти или инфраструктурата со ризиците за човечкиот живот.

На редоследот на предложените чекори му претходи карактеризација на истражуваната област и од одредување на временскиот интервал на повикување, и тоа: степенот на површина се дефинира од случај до случај, со оглед на природата на околните области (видот и бројот на ранливите елементи на територијалната и животната средина) и продолжувањето на последиците поради настаните може да предизвика проширување или намалување на истражуваната област. Референтниот временски интервал се избира во зависност од крајната цел на анализите на ризик, на пример, временскиот интервал може да се постави со децении наназад за планирање на користењето на земјиштето, или неколку часа/денови за управување со тековната вонредна состојба.

4. Анализа на ризици предизвикани од еден извор

4.1. Сеизмички ризици

Земјотресите, според сериозноста и големото влијание, се еден од најпознатите катастрофални настани од природно потекло што ја карактеризираат Јужна Европа. За тоа време, не постои единствен пристап за проценка на сеизмичката опасност/ризик на глобално или европско ниво. Тука, е даден пример за сеизмички ризик на територијата на Италија, затоа што претставува еден од најнапредните процедури усвоени во Европа. Италија е земја со висок сеизмички ризик, со релативно висока земјотресна фреквенција и мошне чувствителни објекти и инфраструктура, делумно се должи на важното историско наследство. Поради овие причини, постојано ажурирање на проценките на сеизмичката опасност/ризик за целата национална територија е од суштинско значење за намалување на тие ризици. Ова може да се постигне преку:

- Изградба на нови згради со ниска сеизмичка ранливост, односно се карактеризираат со ниска тенденција да претрпат одредено ниво на штета кога се одвива сеизмички случај со одреден интензитет;
- Сеизмички засилувања на старите згради кои се дизајнирани и изградени без антисеизмички критериуми, иако се наоѓа во област која се карактеризира со висок сеизмички ризик.

Методологија

Сеизмичката опасност се оценува со користење на стандардни методи за општа употреба. Логичко дрво се користи, во насока на истражување на несигурноста, претежно од епистематски тип, во однос на:

1. утврдување на интервали на комплетност на каталогот на земјотреси;
2. утврдување на сеизмичките степенувања (скали);
3. модалитет на утврдување на максимална Магнитуда;
4. падот на енергијата со зголемување на дистанцата и нејзиното влијание врз регионалните ефекти.

Одредување на сеизмички стапки

Сеизмичките стапки се одредуваат, за секоја класа на магнитудата, со делење на соодветниот број на земјотреси од страна на соодветниот интервал на комплетност. Овие стапки, утврдени во хипотезите дека сеизмичноста е во мирување, се практично модели на земјотрес во повторување и по дефиниција, се претпоставува да се задржат за целиот временски интервал.

Како резултат на тоа, дефинирањето на интервали на комплетност е клучен чекор во постапката на проценка на сеизмичката опасност. Ако сеизмичноста на дадена област е навистина во мирување, тогаш може да биде доволно да се користи намален временски интервал (на пример двесте години) за да се добие прилично сигурна проценка на сеизмичката стапка. Спротивно на тоа, ако сеизмичноста не е во мирување, усвојувањето на премногу краток временски интервал може да резултира со несоодветни пресметани стапки.

Сеизмичките стапки се одредени преку два различни модалитети на пресметка. Тие се индивидуални стапки (стапки на активност AR стапки) и стапки наречени како *Gutenberg-Richter (GR стапка)*. $M_{\max 1}$ и $M_{\max 2}$ групите се користат во комбинација со стапките на активност и GR стапките. Разликите помеѓу вкупниот број на земјотреси во CPTI2 и вкупниот број на виртуелни земјотреси пресметани со помош на сеизмичките стапки се прикажани во 4 колони на десната страна во табелата 3.

Табела 3. Број на земјотресите во CPTI2 и на виртуелните земјотреси пресметани од сеизмичките стапки.

	CPTI2 (ZS)	CO-04.2	CO-04.4	CO-04.2	CO-04.4
		AR	AR	GR	GR
M_w 5.91	121	74	95	149	154
M_w 6.14	64	38	47	85	88

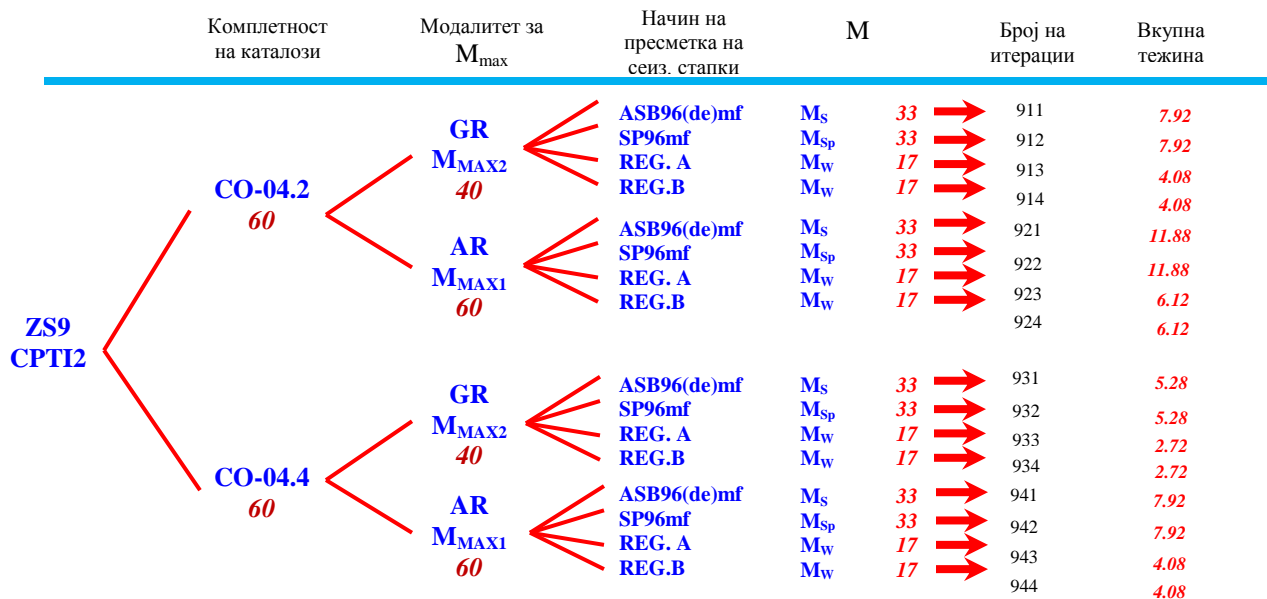
Евалуација на земјеното забрзување a_{\max}

Дистрибуцијата на a_{\max} со 10% веројатност надминување во изминатите 50 години беше пресметан со кодот SEISRISK III, со користење на релевантни податоци, исто така, постапките и изборите кои се дискутирани во претходните делови.

Неколку алтернативи со преовладувачки епистематски карактер беа истражени со пристап на логичкото дрво. Алтернативи кои беа истражени се однесуваат на:

- а) Интервалите на комплетност на каталог;
- б) Модалитети на одредување на M_{\max} ;
- в) Начинот на пресметка на сеизмичките стапки;
- г) Закони на слабеењето на земјеното забрзување.

Гранките на логичкото дрво и усвоената тежина се опишани на слика 1 [10]. Тежините се применуваат на секоја гранка во групата.

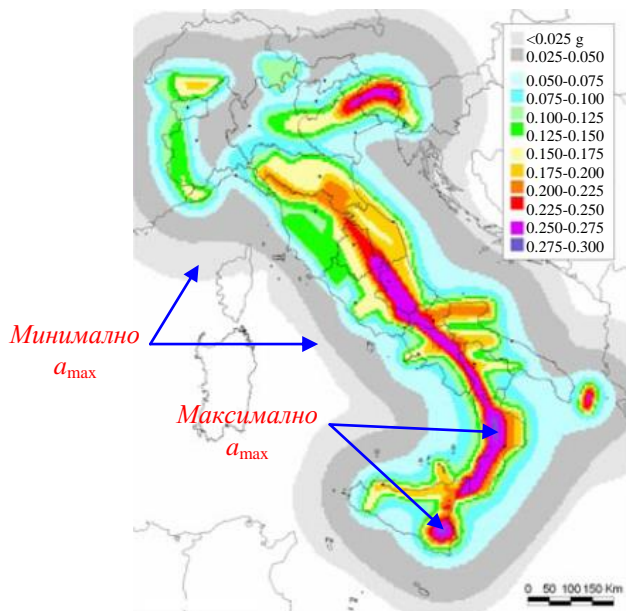


Слика 1. Логичко дрво и соодветните искористени тежини за вреднување на a_{\max} .

Како што се бара од страна на италијанските норми, евалуации на a_{\max} беа извршени со користење на мрежата на поени со интервали од 0.05° ; резултатите беа дадени во единици на гравитациското забрзување (g), и претставени од колоритни ленти со интервали од 0.025 g.

Во врска со гранките на логичкото дрво, 16 независни процесирања се извршени. Потоа средната дистрибуција е пресметана, користејќи ги усвоените тежини, и претставени на конечни мапи.

Мапата која го претставува 90-от процентен дел од максимумот на земјеното забрзување во наредните 50 години е прикажано на слика 2 [10]. Со тоа е дадена јасна слика за сеизмичките опасности на целата територија на Италија каде a_{\max} се движи од минимум 0.03g до максимум од околу 0.3g.



Слика 2. Пример на мапа за сеизмичките опасности (a_{\max} со 10% веројатност надминување во изминатите 50 години), добиена како среден резултат од 16 мапи, соодветни на 16 гранки на претходното логичко дрво

Оваа карта претставува основен документ за проценка на сеизмичкиот ризик, но нејзината примена е со многу ограничувања. Проценката на ризикот бара оценување на ранливоста на објектите на целата територијата на Италија, и некои модели за проценка на штетите. Ранливоста е функција на различни аспекти на земјеното движење, не само на земјеното забрзување (a_{max}). На пример, ранливоста секако зависи од доминантниот спектар на сеизмички осцилации кои не се земени во предвид во официјалната мапа на опасности.

Покрај тоа, непристрасна проценка на ризик бара внимателна проценка на ефектите врз локациите кои може значително да го менуваат очекуваното земјено движење проценето од Националната мапа на опасности. Што се однесува до штетите, некои емпириски правила се донесени за да се проценат штетите како функција на земјеното движење за различни видови на згради и да се пресмета колку овие штети може да предизвикаат смрт на човечките суштества.

На европско ниво некои интересни и комплетни студии за проценка на ризикот се извршени само за многу малку селектирани инфраструктури. Комплетна проценка на ризикот на национално ниво сеуште недостасува. Ова подразбира дека, на многу локации може да се процени сеизмичкиот ризик само со употребата на строги претпоставки.

Заклучок

Користење на проценката за ризик и мулти-ризик допринесува за ефикасен избор на акции за ублажување на ризиците.

Пристапот на мулти-ризик обезбедува глобална перспектива на можни закани во одреден регион или територија. Првенствено се прави рангирање на можните ризици со користење на класичен пристап за ризици. Споредба помеѓу ризиците се прави со проценка во ист временски период на оштетувањата и загубите на човечки животи.

Како резултат се добиваат податоци кои ризици се најопасни по човечките животи и направените оштетувања а истовремено се проценува и интеракцијата помеѓу најкритичните поединечни ризици (на пример земјотреси и индустриски ризици). Конечното предвидување е важно за значењето на мулти ризикот за планирање на можни акции за ублажување на последиците.

Како втор значаен заклучок е дека акциите за ублажување на последиците треба да бидат фокусирани не кон задолжително намалување на највисокиот ранг на ризик, но кон рационално ублажување на ризиците кои можат да бидат најмногу намалени. Со други зборови, не е рационално да се потрошат сите пари за да се намали 0,1% од највисокиот ризик, кога со истата сума на пари може да се намали значителен процент на сите други ризици.

Потребно е да се водат конструктивни дискусии за избор на акции за ублажување врз основа на проценката на мулти-ризички и направените анализи според односот на цената на чинење на операциите/придобивки.

Литература

- [1]. Blong, R., "A new damage index", *Nat. Hazards* 30(1), 1-23, 2003
- [2]. Bommer, J.J., J. Douglas & F.O. Strasser, "Style-of-faulting in ground-motion prediction equations", *Bulletin of Earthquake Engineering* 1, 171-203, 2003.
- [3]. Canuti P., Garzonio C.A., Rodolfi G. & Vannocci P., "Stabilità dei versanti nell'area rappresentativa di Montespertoli (Firenze). Carta di attività delle forme e di densità dei fenomeni franosi", Tipografia S.EL.CA. Firenze, 1985.
- [5]. Committee for the prevention of disasters, "Guidelines for quantitative risk assessment CPR14E", 1999.
- [6]. Committee for the prevention of disasters, "Guidelines for quantitative risk assessment CPR16E", 1999.
- [7]. Committee for the prevention of disasters, "Guidelines for quantitative risk assessment CPR18E", 1999.
- [8]. Durham, K., "Treating the risks in Cairns", *Nat. Hazards* 30(2), 251-261, 2003.
- [9]. European Commission, Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen, "Aripar system for area risk analysis and control, Version 3.1", 2004.
- [10]. W. Marzocchi, M. L. Mastellone, A. Di Ruocco, P. Novelli, E. Romeo, P. Gasparini, "Principles of multi-risk assessment, Interaction amongst natural and man-induced risks", Research performed in the frame of Na.R.As (NATURAL RISKS ASSESSMENT) FP6 SSA Project: Contract No. 511264
- [11]. Franchini, M., Todini, E., "PABL: A Parabolic and Backwater Scheme with Lateral Inflow and Outflow", Università di Bologna, Facoltà di Ingegneria – Istituto di Costruzioni Idrauliche, pubblicazione n° 10, Maggio, 1989.
- [12]. Gelman, A., J. B. Carlin, H. S. Stern, and D. B. Rubin, "Bayesian Data Analysis", Chapman and Hall, New York, 1995.
- [13]. Granger, K., Jones, T., Leiba, M., and Scott, G., "Community Risks in Cairns: A Multi-Hazard Risk Assessment", Australian Geological Survey Organisation, Canberra, 1999.
- [14]. G. Grunthal, A. H. Thieken, J. Schwarz, K. S. Radtke, A. Smolka and B. Merz, "Comparative Risk Assessments for the City of Cologne – Storms, Floods, Earthquakes", *Natural Hazards* 38: 21-44, 2006
- [15]. Gruppo di Lavoro (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- [16]. Pack R.T., Tarboton D.G. & Goodwin Cn, "The SINMAP approach to terrain stability mapping", In: Moore D.P. & Hungr O. (eds) *Proceedings-International Congress of the International Association for Engineering Geology and the Environment* 8, 2, A.A. Balkema, Rotterdam, Netherlands: 1157-1165, 1998.
- [17]. Sabetta F., Pugliese A., "Estimation of response spectra and simulation of nonstationary earthquake ground motion", *Bulletin of the Seismological Society of America*, 86, 337-352, 1996.
- [18]. Van Westen, C. J., Montoya, L., and Boerboom, L., "Multi-Hazard Risk Assessment using GIS in urban areas: A case study for the city of Turrialba, Costa-Rica", *Proc. Regional workshop on Best Practise in Disaster Mitigation*, Bali, pp. 120-136, 2002.